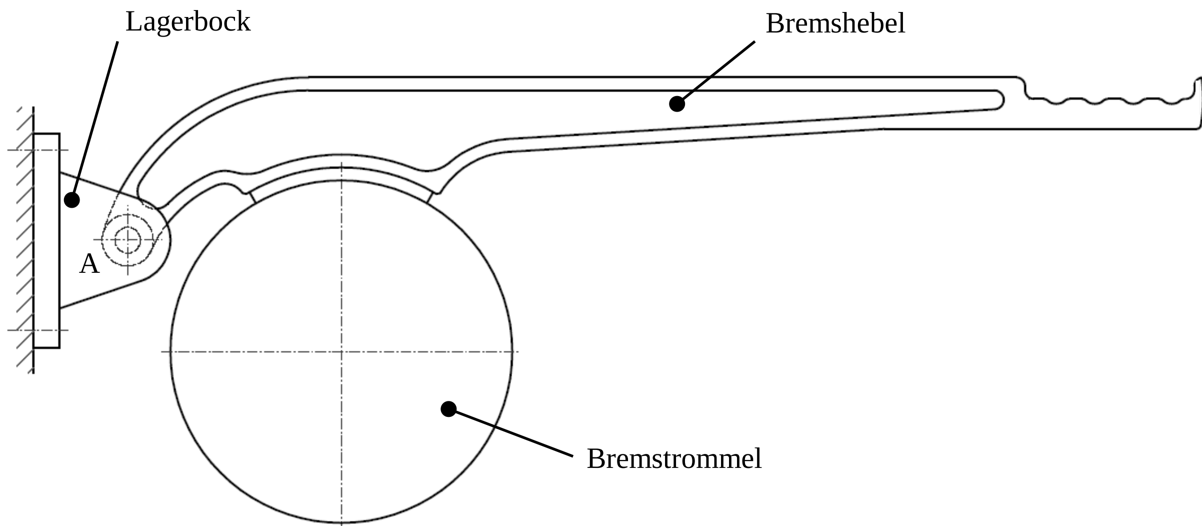
Bremshebel

Aufgaben



Bremsen werden für das Festhalten, Abstoppen oder die geregelte Bewegung von Lasten verwendet. Reibungsbremsen werden in unterschiedlichen Bauarten hergestellt und in Abhängigkeit des Verwendungszweckes eingesetzt. Bei der dargestellten Bremse beruht die Bremswirkung auf der Reibung zwischen festen Körpern, hervorgerufen durch die Betätigung des Bremshebels. Den im Betrieb entstehenden Belastungen müssen u.a. der Bremshebel mit seinen speziellen Hebelverhältnissen und die Bolzenverbindung in der Lagerstelle A standhalten. Die Stärke des Bremsbelages ist in allen nachfolgenden Berechnungen zu vernachlässigen.

1.1 Der Bremshebel wird für die dargestellte Drehrichtung der Trommel mit einer Kraft von $F_{Bh} = 3200\,N$ betätigt (Material 1, Abbildung 1.1).
Machen Sie den Bremshebel frei (Material 1, Abbildung 1.2) und berechnen Sie die Reaktionskraft in der Lagerstelle A sowie das Bremsmoment.

(16 BE)

1.2 Die Drehrichtung der Bremstrommel lässt sich auch umkehren.
Weisen Sie den Einfluss der Drehrichtung auf das jeweils erzeugte Bremsmoment nach.

(8 BE)

2 Das verwendete Profil des Bremshebels ist im Schnitt B - B (Material 2, Abbildung 2.1) dargestellt.

Hinweis: Wenn Sie die Kräfte in Aufgabe 1.1 nicht ermittelt haben, ist mit $F_{Ax} = 8000\,N$, $F_{Ay} = 10000\,N$ und $F_N = 12900\,N$ weiterzurechnen.

2.1 Berechnen Sie die Widerstandsmomente für das verwendete Profil (Material 2, Abbildung 2.1) unter Zuhilfenahme von Material 2, Abbildung 2.2.

(9 BE)

2.2 Beanspruchung des Bremshebels

2.2.1 Schneiden Sie den Bremshebel an der Schnittstelle B – B frei und untersuchen Sie die Beanspruchungen an dieser Stelle (Material 2, Abbildung 2.3).

(13 BE)

2.2.2 Bestimmen Sie für den Bremshebel die Position und den Betrag des maximalen Biegemoments. Skizzieren Sie hierzu den Querkraftverlauf und den Verlauf des Biegemoments (Material 2, Abbildung 2.4).

Hinweise: Wenn Sie e_1 in Aufgabe 2.1 nicht ermittelt haben, ist mit $e_1 = 45\,mm$ weiterzurechnen. Der Bremshebel ist vereinfacht als gerader Träger zu betrachten.

(16 BE)

2.2.3 Der Bremshebel besteht aus dem Werkstoff EN-GJL-400. Die zulässige Normalspannung beträgt $\sigma_{zul} = 100\,N/mm^2$. Untersuchen Sie die im Schnitt B – B (x = 250 mm) auftretenden resultierenden Normalspannungen im Vergleich zu σ_{zul}.

Hinweis: Wenn Sie W_1 und W_2 in Aufgabe 2.1 nicht ermittelt haben, ist mit $W_1 = 43000\,mm^3$ und $W_2 = 47000\,mm^3$ weiterzurechnen.

(8 BE)

3 An der Lagerstelle A (Material 1) ist der Bremshebel aus EN-GJL-400 über einen Bolzen aus E295 mit einem Lagerbock (Material 3) aus S235 verbunden (Material 4).

Hinweis: Wenn Sie die Kräfte in Aufgabe 1.1 nicht ermittelt haben, ist mit $F_{Ax} = 8000\,N$ und $F_{Ay} = 10000\,N$ weiterzurechnen.

3.1 Der Bolzen sitzt in der Gabel des Lagerbocks mit einer Übermaßpassung und in dem Bremshebel mit einer Spielpassung. Bei dieser Einspannbedingung des Bolzens errechnet sich das im Bolzen auftretende maximale Biegemoment folgendermaßen: $M_{b\,max} = \frac{F \cdot t_s}{8}$.

Berechnen Sie den erforderlichen Bolzendurchmesser mit 2,5-facher Sicherheit für eine schwellende Belastung und wählen Sie einen geeigneten Bolzendurchmesser aus.

(7 BE)

3.2 Überprüfen Sie, ob der Bolzen mit 2,5-facher Sicherheit der Abscherung standhält.

Hinweis: Wenn Sie den Bolzendurchmesser aus Aufgabe 3.1 nicht berechnet haben, ist mit $d = 20\,mm$ weiterzurechnen.

(6 BE)

3.3 Dimensionieren Sie für den Lagerbock die Gabelbreite t_g unter Beachtung der zulässigen Flächenpressung mit 2,5-facher Sicherheit.

Hinweise: Die durch die Übermaßpassung auftretenden Spannungen sind nicht zu berücksichtigen. Wenn Sie den Bolzendurchmesser aus Aufgabe 3.1 nicht berechnet haben, ist mit d = 20 mm weiterzurechnen.

(6 BE)

3.4 Ermitteln Sie die Normbezeichnung für die Form A Ihres ausgelegten Bolzens nach ISO 2340.

(2 BE)

4 Für die reibschlüssige Verbindung des Lagerbocks (S235) mit einem Stahlrahmen (S235) sind zwei gleiche Sechskantschrauben der Festigkeitsklasse 8.8 mit metrischem Regelgewinde vorgesehen (Material 3). Ein Sicherheitsfaktor von 2,5 berücksichtigt die Ungenauigkeiten der vorzunehmenden, vereinfachten Schraubenberechnung.
Bestimmen Sie den erforderlichen Gewindedurchmesser der Schrauben (Regelgewinde), indem Sie die erforderliche Klemmkraft pro Sechskantschraube berücksichtigen.

Hinweise: Nehmen Sie für die Reibungszahl $\mu = 0{,}2$ an.
Wenn Sie die Kräfte in Aufgabe 1.1 nicht ermittelt haben, ist für $F_{Ax} = 8\,000\,\text{N}$ und $F_{Ay} = 10\,000\,\text{N}$ anzunehmen.

(9 BE)

Material 1

Abbildung 1.1: Skizze des Bremshebels

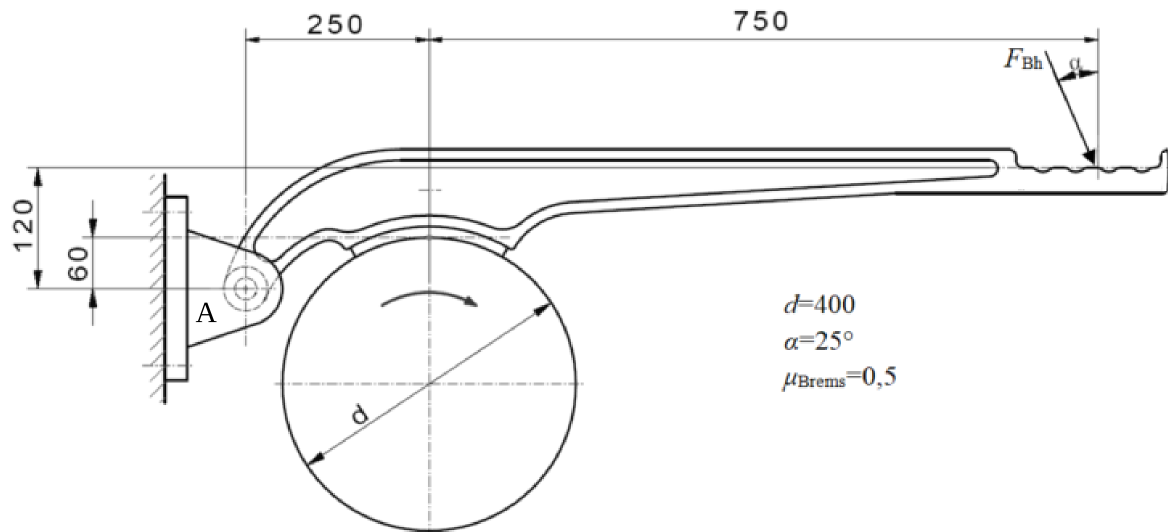
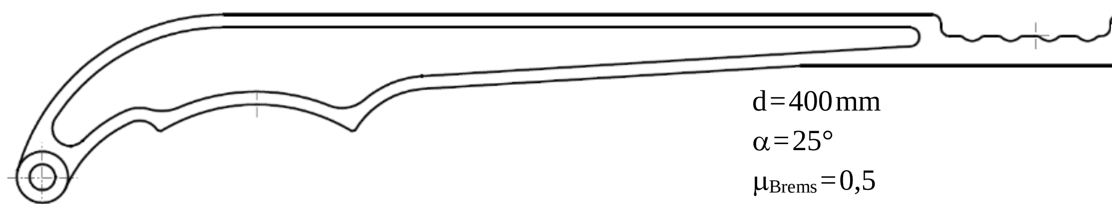
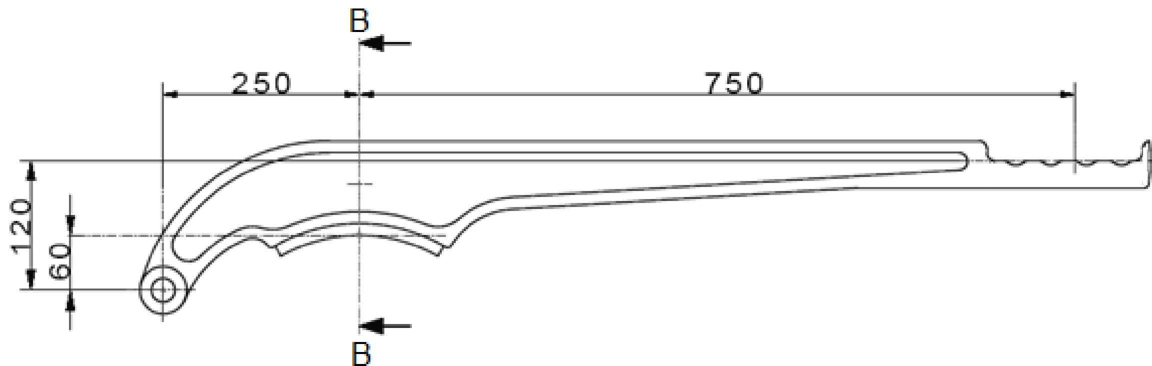


Abbildung 1.2: Freikörperbild des Bremshebels



Material 2

Abbildung 2.1: Schnitt B-B



Schnitt B-B (ohne Maßstab)

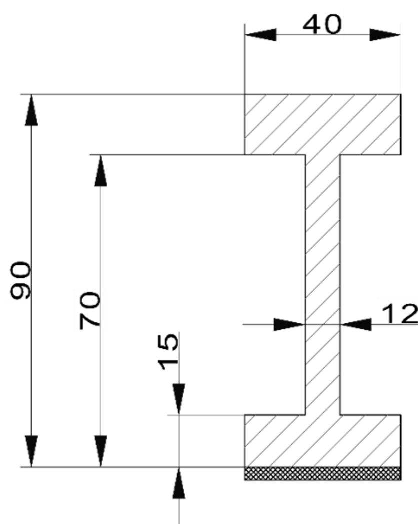
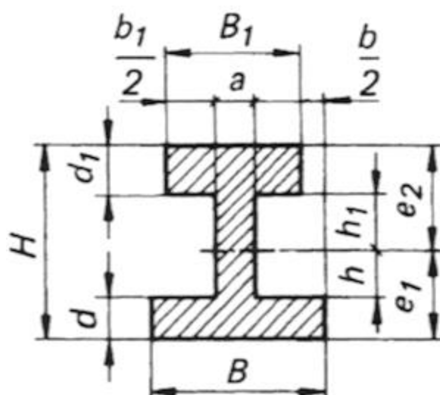


Abbildung 2.2: Axiales Flächenmoment 2. Grades und Schwerpunktlage



$$I = \frac{1}{3}\left(Be_1{}^3 - bh^3 + B_1 e_2{}^3 - b_1 h_1{}^3\right)$$

$$e_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{aH^2 + bd^2 + b_1 d_1 \left(2H - d_1\right)}{aH + bd + b_1 d_1}$$

$$e_2 = H - e_1$$

Alfred Böge: Technische Mechanik, Braunschweig, 30. Aufl. 2013, S. 311.

Abbildung 2.3: Bremshebel geschnitten

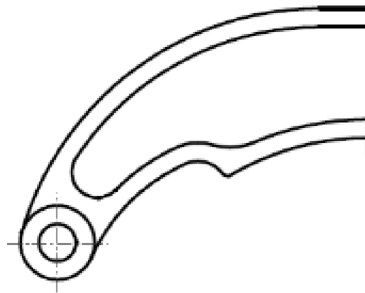


Abbildung 2.4: Querkraft- und Biegemomentverlauf

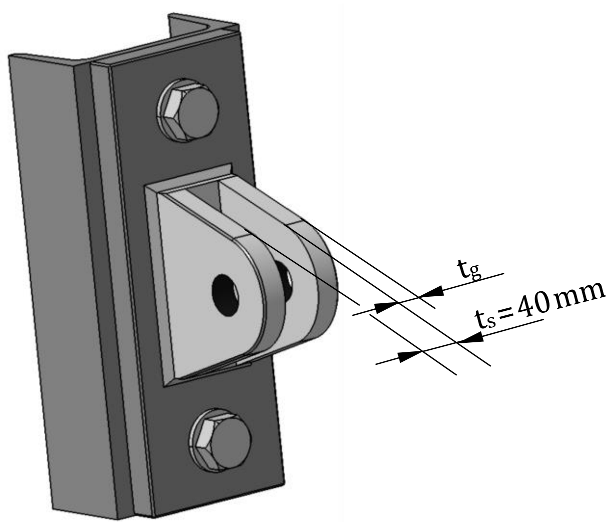
250
750
120
60

$Q_{(x)}$ Verlauf

$M_{b(x)}$ Verlauf

0

Material 3: Lagerbock



Material 4: Festigkeitskennwerte

Festigkeitskennwerte in N/mm²								
	Belastungsfall I		Belastungsfall II			Belastungsfall III		
Werkstoff	R_m	R_e $R_{p0.2}$	σ_{zdSch}	σ_{bSch}	τ_{tSch}	σ_{zdW}	σ_{bW}	τ_{tW}
S235	360	235	235	280	165	140	180	105
E295	490	295	295	355	205	195	245	145
E335	590	335	335	400	230	235	290	180
C15	480	340	340	410	235	190	240	145
C45E	700	490	490	590	340	280	350	210
C60	780	550	530	660	380	310	390	235
41Cr4	1000	800	640	800	525	400	500	300
46Cr2	900	650	590	740	450	360	450	270
16MnCr5	1000	695	640	800	480	400	500	300
20MnCr5	1200	850	725	910	590	480	600	360
41CrMo4	1080	880	675	845	560	430	540	325
34CrNiMo6	1200	1000	725	910	605	480	600	360
EN-GJL-400	400	-						

Herbert Wittel et al.: Roloff/Matek Maschinenelemente Tabellenbuch (Seite 1-5), Wiesbaden 2011.